知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum

E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

基于专利共类的有向技术交互影响分析

◎ 李瑞茜[1] 陈向东[2] 崔云霞[3] 崔彩霞[3]

[1] 中国劳动关系学院经济管理系 北京 100048
[2] 北京航空航天大学经济管理学院 北京 100191
[3] 森阳机电安装有限公司 焦作 454000

摘要：[目的 / 意义] 不同于已有文献主要关注特定技术领域内的技术关联关系，本文分析并预测多种技术间的有向交互影响关系，为促进目标技术提升及预测技术进步提供战略支持。［方法 / 过程］基于中国 35 个技术领域的专利共类数据，在 Choi 等专利交互影响分析方法的基础上，计算 35 个技术领域间的有向交互影响值，并根据影响值的大小对技术对进行分组，构建技术交互影响网络并分析交互影响的变化趋势。［结果 / 结论］整个技术领域内存在高比例的偏向及单向影响技术对，食品化学（FOC）是发出影响最大的技术领域，仪器领域的测量（MEA）、电气工程领域的电气机械、设备、能源（EAE）和 COM（电脑技术）、化学领域的基本材料化学（BMC）、材料、冶金（MAM）是交互影响网络中的核心领域，处于交互影响网络的核心。

关键词：专利共类 技术领域 有向交互影响

分类号：G250

引用格式：李瑞茜，陈向东，崔云霞，崔彩霞．基于专利共类的有向技术交互影响分析 [J/OL]. 知识管理论坛，2018, 3(3): 160-171[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/136/.

❶引言

随着技术创新步伐的加快，技术之间的关联关系日趋复杂多变。这种技术间的关联关系会对技术扩散产生影响，多种技术间的不断融合和相互作用提升了使用交互影响分析来预测和分析技术的重要性。传统的交互影响分析法依赖于专家定性评价或直觉[1-3]，因而很难保持结果的一致性。C. Choi 等提出了一种基于专利数据的定量交互影响分析法[4]，这种方法在评估技术交互影响时克服了定性交互影响法中概率估测的主观随意性，并为之后的技术交互影响研究奠定了基础。D. Thorleuchter 等[5] 比较内外部研发技术交互影响的差异，进而分析了交

基金项目：本文系国家自然基金重点项目“大型复杂产品研制过程运作管理研究”（项目编号：71332003）研究成果之一。

作者简介：李瑞茜 (ORCID：0000-0002-0446-2072），讲师，博士，E-mail：reeselee@126.com；陈向东 (ORCID：0000-0002-2246-4039)，教授，博士；崔云霞 (ORCID：0000-0002-9817-4556)：中级会计师，大专；崔彩霞 (ORCID：0000-0002-9713-2151)，女，会计，中专。

收稿日期：2018-03-05 发表日期：2018-06-20 本文责任编辑：易飞

知识管理论坛，2018(3):160-171
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.016

互影响的特征、网络、复杂关系和变化趋势。C. Kim 等使用关联规则挖掘和分析网络过程方法，基于技术交互影响来确定信息通信领域的核心技术[6]。马荣康和刘凤朝基于专利技术共类构建识别不同纳米技术领域交叉影响模式的分析框架，对比了美国、日本、德国与韩国的纳米技术发展模式，探讨了中国纳米技术的发展现状及技术实现跨越式发展的政策启示[7]。秦立芳根据 2000 -2011 年间纳米、生物、信息技术领域各热点技术所包含的专利数目及任意两技术共同包含的专利数目，计算任意两技术间的交叉影响值，并通过设定影响关系阈值分析了各技术间的影响关系[8]。S. Gauch 等提出了识别技术收敛趋势和测量技术趋同的标准，如探索性鉴定技术集聚，使用技术领域的广度区分集中和扩散的趋同趋势，并使用交叉影响评估方法进行深入分析，以衡量技术趋同的水平和趋势[9]。

已有文献主要关注某个特定技术领域内的技术关联关系，没有对多个技术领域的关联影响值进行全面深入的考察；而且以往文献忽略了技术流的方向性，技术知识流是知识流动的过程，存在知识输出方和知识接收方，这一局限会影响对技术知识流活动规律的探索[10]。黄斌等[11]认识到这一问题，针对 C. Choi 等专利交叉影响分析法存在的不足，以太阳能聚光器技术领域中的 5 种技术为研究对象，从影响类型的划分、影响方向和特定技术影响力 3 个方面对之前的研究进行修正与完善。

在已有文献对技术交互影响的分析中，专利共类是一种常用的数据，一项专利有两个或以上用途的产品组合时，审查员就会给出与其用途相应的多个分类号，主分类号代表了专利的主要用途，最能充分反映一项专利的技术主题，它与专利技术创新的相关性最高，次要用途确定的分类号为副分类号。从信息科学和技术的角度来看，专利分类提供了专利的知识组织。尽管专利分类号由专利审查员人为施加，但 OECD 手册（1994 年）明确专利是根据技术特征划分的技术类别，可以作为技术关联的潜在指标。而且，共类分析假设分类号归属于一个专利的频率可以代表知识联系和溢出强度[12]，具有可根据多级技术分类分析多种技术水平的优势，能克服专利共引时间滞后及共词定性判断不一致的问题[6]。H.Lim 和 Y. Park[13] 以及 H. Park 和 J. Yoon[14] 指出在一件专利中，发明的专有知识被分配给主分类号，它与专利技术创新的相关性最高，其他相关知识则被分配给多个副分类号，主分类号与其他副分类号间的关系可以视为知识流动的方向。周磊和杨威认为专利共类的实质是主分类号生产知识而副分类号接收知识，二者间的关系应被视为技术知识从知识的源头流向应用终端[10]。

因此，本研究在已有文献的基础上，结合专利技术领域的共类信息和技术流方向，基于 C. Choi 等提出的专利交叉影响分析方法，参考黄斌等的研究，使用专利共类数据对不同技术领域间有向的交叉影响值进行考察，计算得到技术间的关联影响值，为制定策略以增强目标技术的竞争力、预测技术进步提供战略支持。首先，计算技术领域间的有向交互影响值。其次，根据技术领域间的交互影响值的大小，对技术对做了分类。再次，构建交互影响网络来识别技术间的复杂关系。最后，分析技术间交互影响值随时间发生的变化。结果有助于帮助决策者预测未来趋势及制定更好的研发战略。

2 专利数据采集与处理

为了尽可能全面涵盖不同领域技术间的交互影响，选择 WIPO 2008 年 5 月发布的《国际专利分类号与技术领域对照表》中的五大技术领域的 35 个子领域（见表 1）。尽管 35 个技术领域分类的区分度不够明显，使得从字面上看来有些技术较为相近，但相近技术的侧重点和应用领域不同，且该表提供了最初的分类标准，是其他各分类体系的参照标准，就此进行研究依然具有一定意义。数据采集于 CNIPR 专利信息服务平台，数据范围为中国发明授权专



知识管理论坛
2018 年 第 3 期(总第 15 期)

表 1 IPC 分类号与技术领域对照表

五大技术领域	编号	子技术领域	缩写	IPC 分类号
	1	电气机械、设备、能源	EAE	F21 H01B H01C H01F H01G H01H H01J H01K H01M H01R H01T H02 H05B H05C H05F H99Z
	2	视听技术	AVT	G09F G09G G11B H04N3 H04N5 H04N9 H04N13 H04N15 H04N17 H04R H04S H05K
	3	通讯	TEL	G08C H01P H01Q H04B H04H H04J H04K H04M H04N1 H04N7 H04N11 H04Q
I 电气工程 EE	4	数字通讯	DIG	H04L
	5	基本通讯进程	BCP	H03
	6	电脑技术	COM	(G06 not G06Q) G11C G10L
	7	IT 管理方法	ITM	G06Q
	8	半导体	SEM	H01L
	9	光学	OPT	G02 G03B G03C G03D G03F G03G G03H H01S
	10	测量	MEA	G01B G01C G01D G01F G01G G01H G01J G01K G01L G01M (G01N not G01N33) G01P G01R G01S G01V G01W G04 G12B G99Z
II 仪器 IN	11	生物材料分析	ABM	G01N33
	12	控制	CON	G05B G05D G05F G07 G08B G08G G09B G09C G09D
	13	医药技术	MED	A61B A61C A61D A61F A61G A61H A61J A61L A61M A61N H05G
	14	有机精细化工	OFC	(C07B C07C C07D C07F C07H C07J C40B) not A61K A61K8 A61Q
	15	生物技术	BIO	(C07G C07K C12M C12N C12P C12Q C12R C12S) not A61K
	16	药物	PHA	A61K not A61K8
	17	高分子化学 / 聚合物	MCP	C08B C08C C08F C08G C08H C08K C08L
	18	食品化学	FOC	A01H A21D A23B A23C A23D A23F A23G A23J A23K A23L C12C C12F C12G C12H C12J C13D C13F C13J C13K
III 化学 CH	19	基本材料化学	BMC	A01N A01P C05 C06 C09B C09C C09F C09G C09H C09K C09D C09J C10B C10C C10F C10G C10H C10J C10K C10L C10M C10N C11B C11C C11D C99Z
	20	材料、冶金	MAM	C01 C03C C04 C21 C22 B22
	21	表面技术、涂层	STC	B05C B05D B32 C23 C25 C30
	22	微结构和纳米技术	MSN	B81 B82
	23	化学工程	CHE	B01B B01D000 B01D1 B01D2 B01D3 B01D41 B01D43 B01D57 B01D59 B01D6 B01D7 B01F B01J B01L B02C B03 B04 B05B B06B B07 B08 D06B D06C D06L F25J F26 C14C H05H
	24	环境技术	EVT	A62D B01D45 B01D46 B01D47 B01D49 B01D50 B01D51 B01D52 B01D53 B09 B65F C02 F01N F23G F23J G01T E01F8 A62C
	25	处理	HAN	B25J B65B B65C B65D B65G B65H B66 B67
	26	机床	MAT	B21 B23 B24 B26D B26F B27 B30 B25B B25C B25D B25F B25G B25H B26B
	27	发动机、水泵、发电机	EPT	F01B F01C F01D F01K F01L F01M F01P F02 F03 F04 F23R G21 F99Z
IV 机械工程 CE	28	纺织和造纸机	TPM	A41H A43D A46D C14B D01 D02 D03 D04B D04C D04G D04H D05 D06G D06H D06J D06M D06P D06Q D99Z B31 D21 B41
	29	其他特种加工机床	OPM	A01B A01C A01D A01F A01G A01J A01K A01L A01M A21B A21C A22 A23N A23P B02B C12L C13C C13G C13H B28 B29 C03B C08J B99Z F41 F42
	30	热力加工和设备	TPA	F22 F23B F23C F23D F23H F23K F23L F23M F23N F23Q F24 F25B F25C F27 F28
	31	机械零件	MEE	F15 F16 F17 G05G
	32	运输	TRA	B60 B61 B62 B63B B63C B63G B63H B63J B64
	33	家具、游戏	FUG	A47 A63
V 其他领域 OT	34	其他消费品	OCG	A24 A41B A41C A41D A41F A41G A42 A43B A43C A44 A45 A46B A62B B42 B43 D04D D07 G10B G10C G10D G10F G10G G10H G10K B44 B68 D06F D06N F25D A99Z
	35	土木工程	CIE	E02 E01B E01C E01D E01F1 E01F3 E01F5 E01F7 E01F9 E01F1 E01H E03 E04 E05 E06 E21 E99Z

知识管理论坛，2018(3):160-171
DOI：10.13266/j.issn.2095-5472.2018.016

利，获得授权是专利质量的重要体现[15]，同时，因有效期届满或因未缴纳年费专利权终止的无效专利被排除在外，以提高样本数据的准确性。通过限定主分类号为 i 领域、分类号为不同于 i 的 j 领域，就可以获取主分类号为 i 领域、副分类号为 j 领域的专利数。检索表达式为：主分类号 =(领域 i) and 分类号 =(领域 j) and 国省代码 =(北京 or 天津 or 河 or 山西 or 内蒙古 or 辽宁 or 吉林 or 黑龙江 or 上海 or 江苏 or 浙江 or 安徽 or 福建 or 江西 or 山东 or 湖北 or 湖南 or 广东 or 广西 or 四川 or 贵州 or 云南 or 西藏 or 陕西 or 甘肃 or 青海 or 宁夏 or 新疆 or 海南 or 重庆)。通过技术分类号的共类检索，提取出 1996-2016 年全国 35 个技术领域内获得授权的有效专利数，作为本研究的样本数据。以每件授权发明专利申请时的主和副国际专利分类号为依据，建立 35*35 的非对称技术关联共类矩阵，共类矩阵中的行代表主分类号技术领域，列表示副分类号技术领域，元素值为该位置对应的主分类号与副分类号共类的专利数，表示所在行领域 i 的技术知识流向所在列领域 j 的技术的次数。因为这里主要关注 35 个领域间的技术关联，同时基于数据可得性的考虑，各技术领域与其自身的关系就不再考虑。

3 研究方法

3.1 技术交互影响的方向

技术关联影响的方向决定了技术发展的趋势，为研发投入支持技术领域发展提供决策基础。本文分析技术对间的直接关联影响。如果以 i 为主分类号且 j 为副分类号的专利件数大于以 j 为主分类号且 i 为主分类号的专利件数，则称 i 与 j 的关联影响为 i 对 j 的偏向关联影响；反之，则称 j 与 i 的关联影响为 j 对 i 的偏向关联影响；如果仅存在以 i 为主分类号且 j 为副分类号的专利，或仅存在 j 为主分类号且 i 为副分类号的专利，则称领域 i 对领域 j 有单向关联影响（或领域 j 对领域 i 有单向关联影响）；如果以 i 为主分类号且 j 为副分类号的专利件数等于以 j 为主分类号且 i 为副分类号的专利件数，则称 i 与 j 间由等向关联影响；如果不存在 i 为主分类号且 j 为副分类号的专利或 j 为主分类号且 i 为副分类号的专利，则称 i 与 j 无关联影响。

3.2 技术交互影响种类

参考黄斌等的研究，将技术直接交互影响分为以下几类：

(1)技术领域 i 对技术领域 j 的关联影响

即在以领域 i 为主分类号的所有专利中，领域 j 为副分类号出现的条件概率，如式(1)所示：

$$I_{i\to j}=p\left(j_{副}|i_{主}\right)=\frac{N\left(i_{主}\cap j_{副}\right)}{N\left(i_{主}\right)} \qquad 式（1）$$

$N\left(i_{主}\cap j_{副}\right)$ 表示时间 T 前主分类号为领域 i，副分类号为领域 j 的专利数，i≠j，$N(i_{主})$ 表示主分类号为领域 i 的有效专利授权总数

(2)技术领域 j 对技术领域 i 的影响值

即在以领域 j 为主分类号的所有专利中，领域 i 为副分类号出现的概率，如式（2）所示：

$$I_{j\to i}=p\left(i_{副}|j_{主}\right)=\frac{N\left(i_{副}\cap j_{主}\right)}{N\left(j_{主}\right)} \qquad 式（2）$$

$N\left(i_{副}\cap j_{主}\right)$ 表示主分类号为领域 j，副分类号为领域 i 的专利数。$N(j_{主})$ 表示主分类号为领域 j 的有效发明专利授权数。

因此，对属于某一技术领域的所有专利而言，可以有偏向影响、单向影响、等向影响和无向影响等。

(1) 如果式（1）大于式（2），即 $I_{i\to j}>I_{j\to i}\neq 0$，则称技术领域 i 对领域 j 存在偏向关联关系，其偏向影响值为：$I_{i>j}=I_{i主\to j副}-I_{j主\to i副}$

如果式（1）小于式（2），即 $I_{j\to i}>I_{i\to j}\neq 0$，则称技术领域 j 对领域 i 存在偏向关联关系，其偏向影响值为：$I_{j>i}=I_{j主\to i副}-I_{i主\to j副}$

(2) 如果式（1）等于式（2），即 $I_{i主\to j副}=I_{j主\to i副}\neq 0$，称技术领域 i 和 j 等向影响。

(3) 如果仅存在式（1）或者式（2），即 $I_{i主\to j副}\neq 0$ 或 $I_{j主\to i副}\neq 0$，则称领域 i 对领域 j 单向影响或领域 j 对领域 i 单向影响。

(4) 如果 $I_{i主\to j副}=I_{j主\to i副}=0$，则称技术领域 i 和 j 无影响。

从技术知识流的视角看，如果技术领域 i 和 j 存在偏向或等向影响，那么它们之间任何一方的发展都能促进另一方的发展；如果技术领域 i 对技术领域 j 单向影响，那么技术领域 i 的发展可以促进技术领域 j 的发展，而技术领域 j 不能促进 i。如果技术领域 i 和 j 是无向影响，那么两者间任何一方的发展都不会促进另一方面的发展。

4 研究结果

4.1 技术领域间的交互影响值

如表 2 所示，通过加总行和与列和，得到 35 个技术领域发出和收到的影响总值。表 2 中的技术 i 表示影响技术，技术 j 表示受影响技术。同时，也列出 35 个技术领域受影响和影响其他技术的最大值及技术领域。表 2 里电气工程领域技术以加粗斜体下划线表示，仪器领域技术以加粗斜体表示，化学领域技术以粗体表示，机械工程领域技术以斜体表示，其他领域技术以正常字体表示。

可以看到，整体看来，电气工程和化学领域受到和对其自身领域技术影响最大，仪器领域受到和对电气工程及化学领域影响最大，机械工程领域受其自身技术影响较多，同时对电气工程、化学产生较多影响，其他领域受到和对仪器及机械工程影响较大。影响力最高的技术是食品化学 FOC，累积影响值 0.996，说明食品化学领域 99.6% 的专利也出现在其他技术领域的专利中。

具体看来，第 2、3、11、16、17、18、25、33、34 组的技术对间互为影响技术和被影响技术，以电气工程领域的通讯 TEL 和视听技术 AVT 为例，二者之间相互影响值为最大，且 $I_{TEL\rightarrow AVT}(0.2416) < I_{AVT\rightarrow TEL}(0.3620)$，存在偏向影响 $I_{AVT\rightarrow TEL}=0.1204$，说明技术 AVT 对 TEL 的影响更大。数字通讯技术 DIG 对通讯 TEL 的影响值最高，$I_{DIG\rightarrow TEL}=0.535\,9$，而 $I_{TEL\rightarrow DIG}=0384\,3$，DIG 对 TEL 的影响更大，$I_{DIG\rightarrow TEL}=0.151\,6$。跨领域而言，对化学领域的药物 PHA 影响最大的是食品化学 FOC，$I_{FOC\rightarrow PHA}(0.417\,5) > I_{PHA\rightarrow FOC}(0.394\,9)$，FOC 对 PHA 的偏向影响 $I_{FOC\rightarrow PHA}(0.222\,6)$。机械工程领域机床技术 MAT 对处理技术 HAN 的影响最大，且 $I_{MAT\rightarrow HAN}(0.070\,1) > I_{PHA\rightarrow FOC}(0.112\,2)$，存在 MAT 对 HAN 的偏向影响。跨领域而言，化学的高分子化学 / 聚合物 MCP 对机械工程领域的其他特种加工机床 OPM 的偏向影响更大。其他领域的家具、游戏技术 FUG 对仪器的医药技术 MED 的影响更大，$I_{MED\rightarrow FUG}(0.064\,2) > I_{FUG\rightarrow MED}(0.107)$。$I_{TPM\rightarrow OCG}(0.082\,7) > I_{OCG\rightarrow TPM}(0.134\,5)$，说明其他领域的其他消费品 OCG 对机械工程的纺织和造纸机 TPM 的影响更大。对仪器的生物材料分析技术 ABM 影响最大的是化学的生物技术 BIO，$I_{BIO\rightarrow ABM}(0.095\,8) > I_{ABM\rightarrow BIO}(0.305\,9)$，所以 ABM 对 BIO 的影响更大，偏向影响为 $I_{ABM>BIO}=0.210\,1$。

在非互为最大影响的技术对中，同一领域内，对 DIG 影响最大的是 IT 管理方法技术 ITM，$I_{ITM\rightarrow BIG}(0.053\,7) > I_{DIG\rightarrow ITM}(0.399\,9)$，存在着技术 ITM 对 DIG 的偏向影响 $I_{ITM\rightarrow DIG}=0.463\,8$。对基本通讯进程 BCP 影响最大的同样是电气工程领域的 DIG，$I_{DIG\rightarrow BCP}(0.027\,7) < I_{BCP\rightarrow DIG}(0.168\,0)$，所以存在技术 BCP 对 DIG 的偏向影响 $I_{DIG>BCP}=0.140\,3$。对电脑技术 COM 影响最大的是 DIG，且 $I_{DIG\rightarrow COM}(0.306\,3) < I_{COM\rightarrow DIG}(0.230\,1)$，所以存在 DIG 对 COM 的偏向影响 $I_{DIG\rightarrow COM}0.140\,3$。化学领域中，对化学的有机精细化工 OFC 影响最大的是化学工程 CHE，$I_{CHE\rightarrow OFC}(0.207\,4) < I_{OFC\rightarrow CHE}(0.189\,9)$，所以 CHE 对 OFC 的影响更大 $I_{CHE>OFC}=0.017\,5$。

跨领域的技术对中，对电气机械、设备、能源 EAE 影响最大的技术领域是机械工程的发动机 EPT，影响值 $I_{EPT\rightarrow EAE}$ 为 0.165 0，EAE 对 EPT 的影响值为 0.0265，尽管双方的发展均能促进对方的发展，但技术 EAE 影响技术 EPT 发展的程度较大，技术 EAE 对技术 EPT 的偏向影响值为 $I_{EAE\rightarrow EPT}=0.013\,85$。对电气工程领域的 IT 管理方法 ITM 影响最大的是机械领域的热力加工设备 TPA，且 $I_{TPA\rightarrow ITM}(0.225\,3) < I_{ITM\rightarrow TPA}(0)$，所以

知识管理论坛，2018(3):160–171
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2018.016

技术 TPA 单向影响 ITM，$I_{TPA\to ITM}$=$I_{IPA\to ITM}$=0.225 3。对电气工程领域的半导体 SEM 影响最大是仪器领域的光学技术 OPT，对 OPT 影响影响最大的是 SEM，但 $I_{OPT\to SEM}$(0.154 0)＜$I_{SEM\to OPT}$(0.171 1)，因此 SEM 对 OPT 的影响更大，$I_{SEM>OPT}$=0.171 1。对仪器领域的测量技术 MEA 影响最大的是化学领域的微结构和纳米技术 MSN，$I_{MSN\to MEA}$(0.330 0)＜$I_{MEA\to MSN}$(0.053 3)，所以 MSN 对 MEA 的影响更大 $I_{MSN>MEA}$=0.276 7。对仪器的控制技术 CON 影响最大的是电气领域的 IT 管理方法 ITM，$I_{IT-M\to CON}$(0.197 1)＜$I_{CON\to ITM}$(0.037 6)，所以 ITM 对 CON 的影响更大。对仪器的医药技术 MED 影响最大的是化学领域的药物 PHA，$I_{PHA\to MED}$(0.147 1)＜$I_{MED\to PHA}$(0.095 1)，所以 PHA 对 MED 的影响更大，$I_{PHA>MED}$=0.052。对化学领域的生物技术 BIO 影响最大的是仪器的生物材料分析 AB-M，$I_{ABM\to BIO}$(0.305 9)> $I_{BIO\to ABM}$>(0.095 8)，所以 ABM 对 BIO 的偏向影响更大 $I_{ABM>BIO}$=0.210 1。

表 2 技术对直接影响最大值

组别	$I_{i\to j}$	技术 i	受影响总值	技术 j	影响总值	技术 k	$I_{j\to k}$
1	0.165 0	EPT	1.866 2	EAE	0.631 4	MAM	0.157 0
2	0.241 6	TEL	0.985 5	AVT	0.148 5	TEL	0.362 0
3	0.535 9	DIG	1.867 8	TEL	0.069 0	DIG	0.384 3
4	0.503 6	ITM	1.479 8	DIG	0.045 6	TEL	0.535 9
5	0.027 7	DIG	0.160 6	BCP	0.156 9	TEL	0.183 4
6	0.306 3	DIG	1.696 9	COM	0.212 5	DIG	0.230 1
7	0.225 3	TPA	0.455 8	ITM	0.281 0	DIG	0.503 6
8	0.154 0	OPT	0.647 8	SEM	0.512 7	STC	0.194 9
9	0.171 1	SEM	0.795 5	OPT	0.252 9	AVT	0.203 4
10	0.330 0	MSN	2.149 4	MEA	0.606 5	COM	0.140 8
11	0.095 8	BIO	0.321 8	ABM	0.661 4	BIO	0.305 9
12	0.197 1	ITM	1.132 0	CON	0.314 9	COM	0.176 1
13	0.147 1	PHA	0.711 1	MED	0.648 5	COM	0.135 0
14	0.207 4	CHE	0.600 9	OFC	0.920 8	PHA	0.343 9
15	0.305 9	ABM	0.708 5	BIO	0.938 8	PHA	0.279 0
16	0.417 5	FOC	1.398 8	PHA	0.876 1	FOC	0.394 9
17	0.218 4	OPM	1.169 9	MCP	0.932 2	OPM	0.366 6
18	0.394 9	PHA	0.948 9	FOC	0.996 0	PHA	0.417 5
19	0.185 4	OFC	1.578 8	BMC	0.874 2	MCP	0.210 4
20	0.226 0	EVT	1.784 7	MAM	0.868 8	MSN	0.208 9
21	0.194 9	SEM	1.248 5	STC	0.829 0	MAM	0.205 3
22	0.208 9	MAM	0.541 9	MSN	0.364 8	MEA	0.330 0
23	0.244 3	TPM	1.688 9	CHE	0.934 3	EVT	0.254 0
24	0.254 0	CHE	0.976 3	EVT	0.960 4	MAM	0.226 0
25	0.070 1	MAT	0.628 5	HAN	0.809 6	MAT	0.112 2
26	0.112 2	HAN	0.832 2	MAT	0.804 8	MAM	0.214 1
27	0.075 5	TPA	0.436 9	EPT	0.745 8	EAE	0.165 0
28	0.134 5	OCG	0.586 9	TPM	0.908 0	CHE	0.244 3
29	0.366 6	MCP	1.756 8	OPM	0.915 1	MCP	0.218 4
30	0.124 3	EPT	0.606 8	TPA	0.628 4	ITM	0.225 3
31	0.158 7	EPT	0.941 6	MEE	0.840 1	MAT	0.104 9
32	0.085 9	MEE	0.607 1	TRA	0.641 6	EAE	0.139 6
33	0.064 2	MED	0.327 6	FUG	0.842 9	MED	0.107 0
34	0.082 7	TPM	0.489 2	OCG	0.872 5	TPM	0.134 5
35	0.097 6	TRA	0.870 1	CIE	0.848 8	OPM	0.128 4



知识管理论坛
2018 年 第 3 期(总第 15 期)

除了领域内不同技术间的偏向影响外，跨领域的偏向影响中电气工程领域内部分技术与机械工程领域内技术产生偏向影响，电气工程对仪器产生偏向影响，化学对仪器产生偏向影响，化学影响机械，其他领域对仪器、机械工程技术产生偏向影响。技术间的影响是基于技术所需的领域知识和资源要素决定的，技术领域间的影响并无明显的作用规律。对于存在偏向影响和单向影响的技术对而言，如果企业在技术 DIG 具有竞争优势，其也会在 TEL 获取优势。这也能用于预测技术进步，因为一种技术的发展会影响另一种技术的发展。例如，技术 DIG 的进步也会促进技术 TEL 的发展。如果技术 DIG 发展得很快，技术领域 TEL 也会在不久的将来有发展。

4.2 技术分组

基于关联影响对技术分组有助于理解它们的特征。使用参考虚线 Y=X，将技术对区域分为偏向、单向、等向和无向影响。同时，将技术关联影响的平均值（Y=0.032 6, X=0.026 2）作为边界值，根据边界值将技术关联影响的整个区域分为高 - 高、高 - 低、低 - 高、低 - 低影响四大块。这两种分类方法的结果如图 1 所示，X 轴 $I_{j \to i}$ 代表以 j 为主分类号技术对 i 为副分类号技术的影响，Y 轴 $I_{i \to j}$ 表示以 i 为主分类号的技术对 j 为副分类号技术的影响。以图 1 中的点（ITM,DIG）为例，其投射在 Y 轴上的值 $I_{ITM \to DIG}$ 为以 ITM 领域为主分类号的技术对 DIG 为副分类号技术的影响值，投射在 X 轴上的值 $I_{DIG \to ITM}$ 是以 DIG 为主分类号技术对 ITM 为主分类号技术的影响值。（FOC,PHA）的以 FOC 为主分类号的技术对以 PHA 为副分类号技术的影响值 Y 大于以 ITM 为主分类号的技术对 TPA 为副分类号的影响值 X，且该点的 Y 值和 X 值处于高 - 高水平。点（TPA,ITM）以 TPA 为主分类号的技术对以 ITM 为副分类号技术的影响值 Y 大于以 ITM 为主分类号的技术对 TPA 为副分类号的影响值 X，且该点的 Y 值和 X 值处于高 - 低水平。点（ITM,AVT）以 ITM 为主分类号的技术对以 AVT 为副分类号技术的影响大于以 AVT 为主分类号技术对 ITM 为副分类号技术的影响，该点的 Y 值和 X 值处于低 - 低水平。点（PHA,BIO）的以 BIO 为主分类号的技术对副分类号 PHA 的影响大于 PHA 为主分类号的技术对 BIO 副分类号的影响，且该点的 Y 值和 X 值处于低 - 高水平。

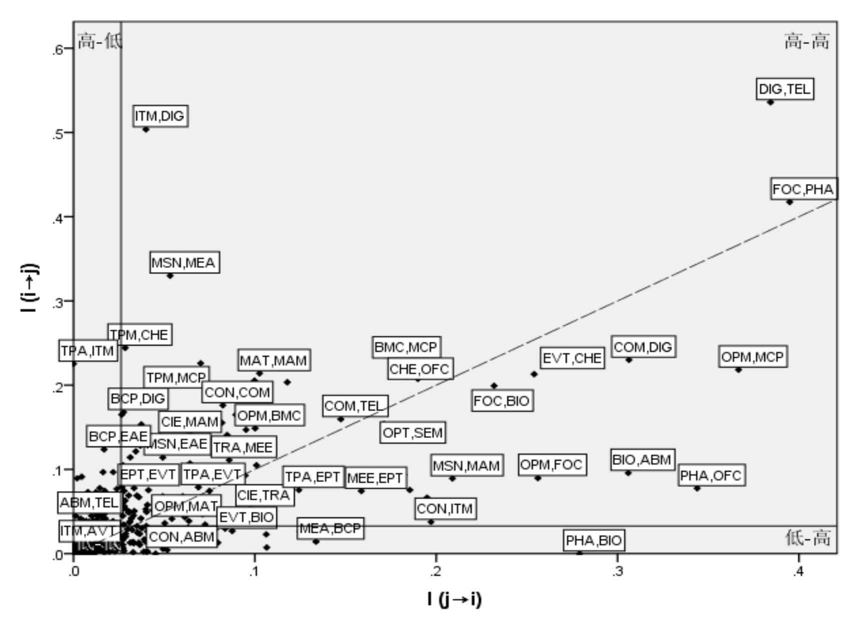


图 1 成对技术领域分组（虚线为参考线 Y=X）

知识管理论坛，2018(3):160–171
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2018.016

整体看来，高 - 高影响水平的 110 个点都是技术间存在偏向影响的点，即处于高 - 高水平的技术对能相互促进，且一种技术对另一种技术的影响更大。处于高 - 低区域的 56 对技术中除了 TPA 对 ITM 产生单向影响外，其余技术间都是偏向影响。位于低 - 高区域的 49 个点除 2 对技术间是单向影响外，其余都存在双向及偏向影响。对于低 - 低区域的 380 个点，其中 40 个点技术对属于单向影响，只存在一种技术对另一技术的单向影响，31 个点的技术间无影响。可以重点关注和管理前三个区域内的存在偏向及单向影响的技术领域，以做出是否发展技术战略的决定。

4.3 交互影响网络图

在计算了技术领域间的影响值之后，两种及更多种技术间的复杂关系（如一种技术可能影响两种或更多种技术，多种技术也可能影响同一种技术）需要通过网络图来识别。图形的节点和边分别代表了与其他技术有双向或单向影响的技术，以及技术间的关联影响。箭头暗示了技术间偏向和单向影响的方向。当构建网络图时，两点间边的阈值越低，网络图就越密集。图 2 是基于 1996-2016 年全国 35 个技术领域技术间影响值形成的整体复杂网络关系网络图。偏向影响技术对用白色点表示，单向影响技术用灰色表示。密集网络显示了技术间高度相关的联系。但与此同时，由于节点较多，连接关系较为复杂，核心技术领域间的影响关系难以从该图中清晰分辨。

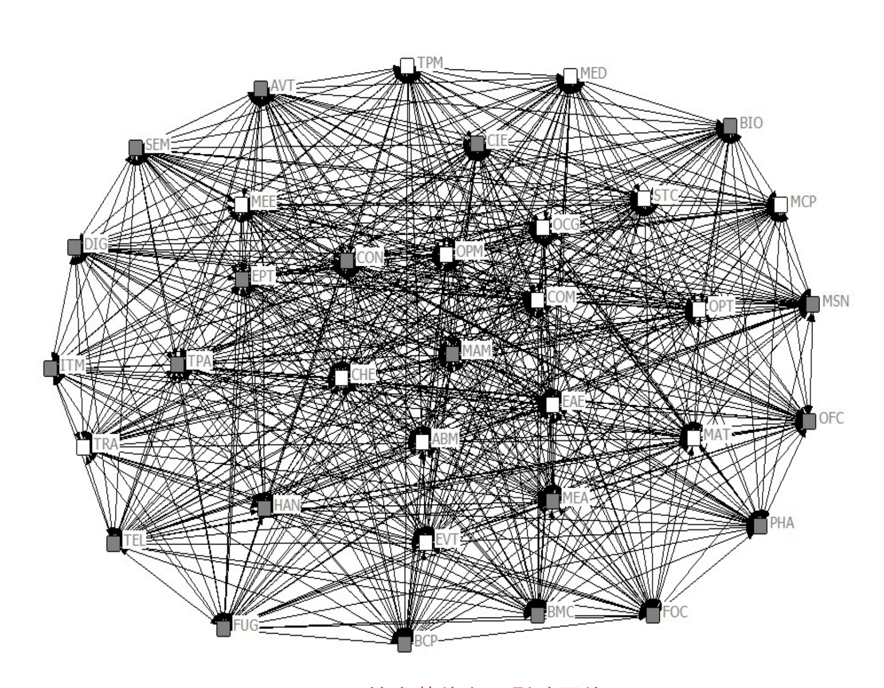


图 2 技术整体交互影响网络

为了筛选出技术领域共类网络中拥有强连接的节点，从而确定核心技术领域及其连接关系，将两点间边的阈值提高至 0.1，即将两个技术间影响值大于 0.1 的边显示在网络图 3 中，节点大小根据其影响值的度数中心度确定，边的粗细由关联影响值大小决定。经筛选后可以看到，中心度较大的技术领域——仪器的 MEA（测量）、电气工程的 EAE（电气机械、设备、能源）和 COM（电脑技术）、化学领域 BMC（基本材料化学）、MAM（材料、冶金）是交互影响网络中的核心领域，受其他节点影响并能对其他节点产生重大影响。在大于 0.1 的影响关系中，仪器 MEA 受到电气 EAE、机械工程 TRA（运输）、仪器领域的 CON（控制）、ABM（生物

材料分析），电气工程领域 BCP（基本通讯工程）、化学领域 MSN（微结构和纳米技术）、PHA（药物）的单向影响，又对 COM 产生单向影响。MCP（高分子化学及聚合物）、OPM（其他特种加工）、BMC（基本材料化学）之间存在偏向（双向）影响。

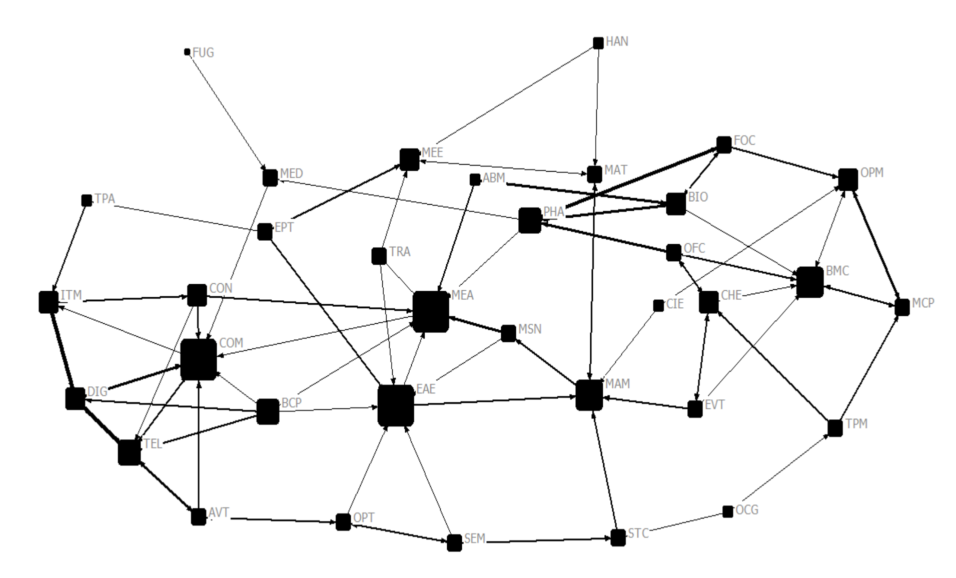


图 3　以 0.1 为阈值的技术交互影响网络

4.4　交互影响的变化

技术关联影响随着需求变化和新技术的出现而发生变化。因此，有必要去分析技术交互影响关系的变化，以决定哪种技术应该接受投资和发展，从而得到合意结果，该结果是公私部门研发战略决策制定的来源。考虑到特定年份搜集到的专利数据的完整性，本部分将对 2004 到 2014 年全国 35 个技术领域交互影响的变化进行检验。通过两种技术间交互影响的变化检验了交互影响的变化趋势。图 4 反映了变化最大的 10 对技术在两个方向上的影响关系 $I_{i\rightarrow j}$ 和 $I_{j\rightarrow i}$ 的变化。例如，技术对（通讯 TEL，视听技术 AVT）呈上升趋势。2004 年其在 Y 轴（F1）和 X 轴（F2）影响值分别是 0.077 4 和 0.450 0，但 2014 年变成 0.410 8 和 0.445 4，这两种技术间的关系随时间越来越近。

呈递减影响趋势的技术对有（光学 OPT，通讯 TEL）（生物技术 BIO，药物 PHA）（土木工程 CIE，特种加工 OPM）（微结构纳米 MSN，测量 MEA）（家具游戏 FUG，控制 CON）。在两个方向都递减的技术对有（生物材料分析 ABM，生物技术 BIO）（ABM,PHA）（TEL,DIG）（电脑技术 COM,TEL）。

5　结论及建议

根据 1996-2016 年中国 35 个技术领域间的有效发明专利授权数据，建立了基于非对称的技术关联矩阵，并对技术直接关联影响进行了分析，结果提供了分析技术发展、预测未来趋势的方法，为利用技术关联影响促进技术融合发展提供了新的参考及依据。具体结论如下：

(1)技术的直接交互影响关系分为偏向、单向、等向和无向影响。电气工程和化学领域受到和对其自身领域技术影响最大，仪器领域受到和对电气工程及化学领域影响最大，机械工程领域受其自身技术影响较多，对电气工程、化学产生较多影响，其他领域受到和对仪器及机械工程影响较大。各领域间的影响是基于技术研发所需知识和要素产生的。除了领域内不同技术间的偏向影响外，跨领域的偏向影响中电气工程内部分领域与机械工程内技术产生偏向

知识管理论坛，2018(3):160–171
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2018.016

影响，电气工程对仪器产生偏向影响，化学与仪器产生偏向影响，化学偏向影响机械工程，其他领域对仪器、机械工程技术产生偏向影响。技术间的影响并无明显的作用规律。

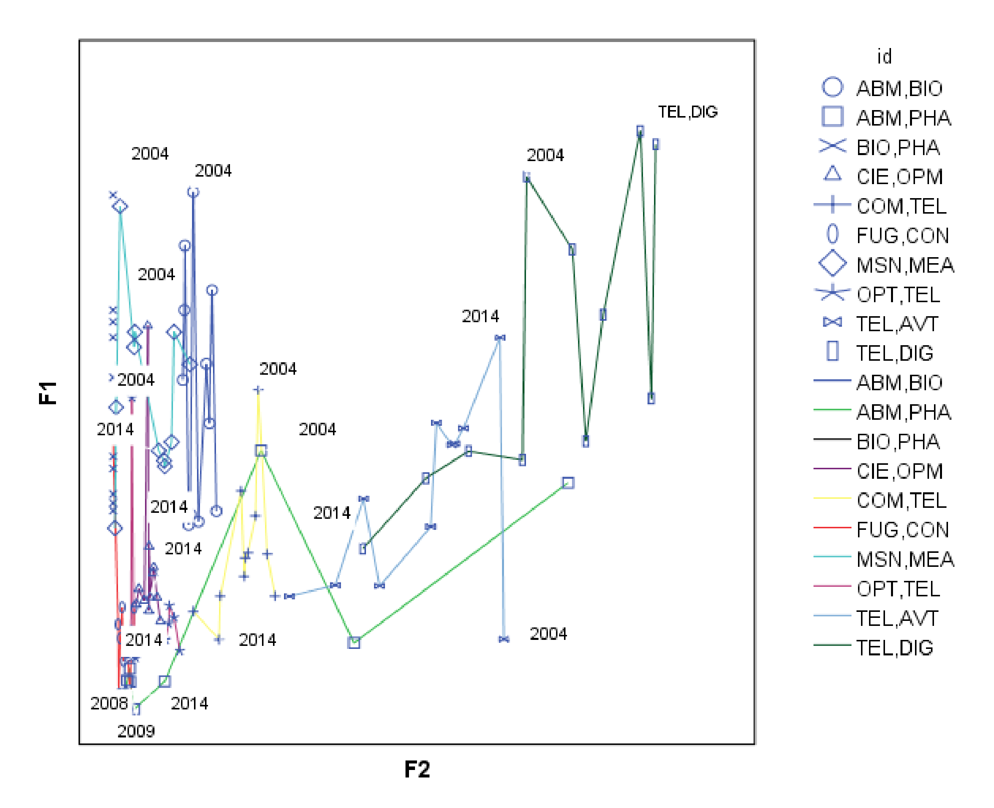


图 4　10 对变化最大技术的双向影响变化趋势（2004–2014 年）

(2)对技术对的分组可以发现，技术间高 - 高影响水平的点都是存在偏向影响，即处于高 - 高水平的技术对能相互促进，且一种技术对另一种技术的影响更大。处于高 - 低区域的技术对和低 - 高区域的技术对因为其中一种技术的影响力相对较高，因此除少数技术对是单向影响外，其余都存在偏向影响。在低 - 低区域的技术对因为技术影响力有限，故只存在单向影响和无影响。

(3)通过使用偏向和单向影响技术对构建的技术关联影响网络，可以识别多种技术间的复杂关系。仪器的 MEA（测量）、电气工程的 EAE（电气机械、设备、能源）和 COM（电脑技术）、化学领域 BMC（基本材料化学）、MAM（材料、冶金）是交互影响网络中的核心领域，这些核心领域是战略性新兴领域和基础支撑领域，受其他技术影响并能对其技术点产生重大影响。

根据结论提出以下政策建议：

(1)应根据技术间的直接影响值大小，重点关注和管理存在偏向及单向影响的技术领域。决策者一方面可以根据一种技术发展对另一种技术发展的影响来预测技术进步，另一方面可以制定公共政策、确立技术战略促使目标技术较快发展。

(2)通过分析技术对随时间变化的关联影响，可以把握技术对的发展模式或整体方向。从特定年份关联影响下每年积累的专利信息及变化程度，识别技术关联影响的递增及增减变化，并据此选择有利的研发投入时机，制定研发策略，决定哪种技术应该接受投资和发展，从而得到合意结果。

(3)应继续加大对影响力最高食品化学技术 FOC 和核心技术 MEA、EAE、COM、B-MC、MAM 的投资,充分挖掘其涉及到的化学、机械工程和电气工程技术领域的发展潜力,发挥影响力最高技术的影响力,利用核心技术领域对技术网络的控制能力,同时实现技术更新与突破,促进相关新兴技术领域的培育。

参考文献:

[1] SCHULER A, THOMPSON WA, VERTINSKY I, et al.Cross impact analysis of technological innovation and development in the softwood lumber industry in Canada: a structural modeling approach[J]. IEEE transactions onengineeringmanagement,1991,38 (3): 224–236.

[2] BLANNING R W, REINIG B A. Cross-impact analysis using group decision support systems: an application to the future of Hong Kong[J]. Futures, 1999, 31(1): 39-56.

[3] VILLACORTA P J, MASEGOSA A D, CASTELLANOS D, et al. A new fuzzy linguistic approach to qualitative cross impact analysis[J]. Applied soft computing, 2014, 24（11）: 19-30.

[4] CHOI C, KIM S, PARK Y. A patent-based cross impact analysis for quantitative estimation of technological impact: the case of information and communication technology[J]. Technological forecasting and social change, 2007, 74(8): 1296-1314.

[5] THORLEUCHTER D, VAN DEN POEL D,NZIE A. A compared R&D-based and patent-based cross impact analysis for identifying relationships between technologies[J]. Technological forecasting & social change, 2010, 77(7):1037-1050.

[6] KIM C, LEE H, SEOL H, et al. Identifying core technologies based on technological cross-impacts: an association rule mining (ARM) and analytic network process (ANP) approach[J].Expert systems with applications,2011,38(10): 12559-12564.

[7] 马荣康，刘凤朝 . 基于专利交互影响分析的纳米技术发展模式国际比较 [J]. 中国软科学 , 2012(12):49-58.

[8] 秦立芳 . 基于专利交叉影响法的 NBI 会聚趋势研究 [D]. 北京：北京工业大学 , 2013.

[9] GAUCH S, BLIND K. Technological convergence and the absorptive capacity of standardization[J]. Technological forecasting and social change, 2015, 91（2）: 236-249.

[10] 周磊 , 杨威 . 基于专利 IPC 的技术知识流网络挖掘 [J]. 现代情报 ,2016, 36(1):45-50.

[11] 黄斌 , 黄鲁成 , 吴菲菲 , 等 . 基于专利交叉影响分析法的技术影响关系研究 [J]. 科技管理研究 , 2015, 35 (15):147-151.

[12] BRESCHI S, LISSONI F, MALERABA F. Knowledge-relatedness in firm technological diversification[J]. Research policy, 2003, 32(1): 69–87.

[13] LIM H, PARK Y. Identification of technological knowledge intermediaries[J]. Scientometrics, 2010, 84(3): 543-561.

[14] PARK H, YOON J. Assessing coreness and intermediarity of technology sectors using patent co-classification analysis: the case of Korean national R&D[J]. Scientometrics, 2014, 98(2): 853-890.

[15] 李蓓，陈向东 . 基于专利合作网络的我国中药合作创新研究 [J]. 中国中药杂志，2015,40(6):1212-1218.

作者贡献说明：

李瑞茜：构思论文、查找处理数据并撰写论文；
陈向东：提出有益的论文修改建议；
崔云霞：查找专利数据；
崔彩霞：查找专利数据。

知识管理论坛，2018(3):160–171
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2018.016

Analysis of Directed Technological Cross Impact Based on the Patent Co-classification

Li Ruixi[1] Chen Xiangdong[2] CuiYunxia[3] Cui Caixia[3]
[1]Department of Economics and Management, China University of Labor Relations, Beijing 100048
[2]Department of Economics and Management, Beihang University, Beijing 100191
[3]Senyang Electromechanical Installation Co., Ltd.， Jiaozuo 454000

Abstract: [Purpose/significance] It is different from the existing research literatures which focus on the technical relationships in specific technical fields, this paper aims at analyzing and predicting the directional cross impacts among various technologies and providing strategic support for the development of target technology and forecasting technological progress. **[Method/process]** Using the patent co-classification data of 35 technical fields in China, this paper calculated the directed cross impact values between 35 technical areas based on the patent cross impact analysis methods of Choi and others. Then, according to the impact value, the technical pairs were grouped, and cross impact network was built and changes of cross impact was analyzed. **[Result/conclusion]** There exists a high proportion of bias and one-way technology impact in the whole technology fields. Food chemistry (FOC) is the most influential technical field. Measurement (MEA) in the instrument field, electrical machinery, equipment, energy (EAE) and computer technology (COM) in the electrical engineering field, as well as basic materials chemistry (BMC) and material, metallurgy (MAM) in chemistry field are the core technology fields, locating at the core of the network.

Keywords: patent co-classification　technical field　directed cross impact